

L'ANALISI QUANTITATIVA NELL'ARCHEOLOGIA DI EPOCA STORICA

1. I METODI E LE PROCEDURE

L'avvento dei calcolatori nell'ambito delle ricerche afferenti alle discipline umanistiche, così come il progressivo perfezionamento delle procedure e delle metodologie connesse con questi strumenti tecnologici, non solo hanno costituito un elemento fondamentale nello sviluppo di tali discipline, ma hanno anche recato una serie di cambiamenti nel tipo di approccio utilizzato per l'analisi dei dati. Nel caso dell'archeologia, l'uso dei calcolatori si è andato affermando gradualmente a partire dagli anni Sessanta e si è quindi sviluppato ed evoluto secondo caratteristiche ben specifiche nell'ambito dei paesi latino-europei e di quelli anglosassoni (DJINDJIAN 1984). L'ingresso di strumenti propri del mondo tecnico-scientifico nell'ambito di una disciplina umanistica ha inevitabilmente aperto la strada a una serie di dibattiti relativi sia al tipo di linguaggio e al tipo di approccio metodologico da utilizzare, sia alle procedure e alle tecniche da applicare.

I diversi campi di indagine che caratterizzano la ricerca archeologica, e al contempo i numerosi strumenti e metodi offerti dai calcolatori, hanno determinato in specie il costituirsi, tra i fautori del rinnovamento dei metodi tradizionali di indagine, di due correnti differenziate sulla base sia delle procedure teoriche sia delle applicazioni pratiche. In sintesi, da un lato si sono sviluppate le tecniche informatiche, intese in particolare alla gestione automatizzata dei dati archeologici e alla loro documentazione grafica; dall'altro lato, si è sviluppata l'applicazione dei metodi matematico-statistici e si è di conseguenza approfondito l'aspetto metodologico inteso all'analisi quantitativa dei dati.

L'esistenza di una reale distinzione fra questi due approcci metodologici appare indubbia; essa diviene tanto più manifesta quando si esaminano i risultati che le diverse procedure permettono di raggiungere. Comunque, al di là degli esiti determinati dalla diversa utilizzazione dei calcolatori, è interessante sottolineare sia la distinzione che si è venuta ormai a creare nell'approccio verso la materia da esaminare, sia le implicazioni che ne derivano a livello teorico e che appaiono focalizzate sul tipo di trattamento delle informazioni archeologiche.

La costituzione e la successiva utilizzazione di archivi gestiti in modo automatico, intesi a riprodurre il più fedelmente possibile la tradizionale schedatura archeologica, hanno determinato, fin dalla fine degli anni Cinquanta, un fervido dibattito sul tipo di linguaggio da utilizzare per la descrizione delle informazioni

e per la loro successiva immissione nel calcolatore. Ne è conseguito un approfondimento delle problematiche connesse con la terminologia archeologica (GINOUVÈS 1971; GINOUVÈS, GUIMIER-SORBETS 1978; GARDIN 1979) e soprattutto un tentativo di standardizzazione del linguaggio, che ha avuto come esito più evidente la creazione di "codici" per la descrizione di diverse categorie di materiali, o di *thesauri*, cioè vocabolari "controllati" contenenti una vera e propria classificazione di termini o, secondo l'accezione più corrente, di "parole-chiave".

Numerose ricerche pionieristiche in questo campo di studi sono state realizzate in Francia, in particolare sotto la guida di J.-C. Gardin, cui si deve la creazione, presso l'allora CADA (Centre d'Analyse Documentaire pour l'Archéologie), di "codici" atti a descrivere secondo norme ben precise diversi tipi di informazioni relative ai materiali archeologici, a partire dalle forme ceramiche (GARDIN *et al.* 1976) per giungere ai motivi iconografici figurati presenti sui vasi greci (SALOMÉ 1980). In Italia, oltre alla monumentale opera svolta nel campo storico-artistico dalla Scuola Normale di Pisa, va ricordato il notevole contributo offerto dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione al fine della normalizzazione dei dati archeologici (cfr. ad esempio BARTOLONI *et al.* 1980; PARISE BADONI, RUGGERI GIOVE 1984; e da ultimo PAPALDO, ZURETTI ANGLE 1988).

Per ciò che concerne l'analisi quantitativa dei dati archeologici, che richiede necessariamente un tipo di codifica delle informazioni atto a essere inserito all'interno di una matrice numerica e quindi sottoposto ad analisi matematico-statistiche, essa ha determinato nel corso degli anni un vero e proprio mutamento nel tipo di approccio metodologico verso la materia da esaminare (MOSCATI c.s. a). Tale situazione appare evidente soprattutto nell'ambito di alcuni settori di ricerca, quale ad esempio la tipometria, in cui l'uso dei calcolatori ha influito notevolmente sullo svolgimento stesso dell'indagine archeologica.

L'analisi tipometrica dei materiali archeologici prevede necessariamente il trattamento quantitativo delle informazioni; attraverso la sperimentazione di tecniche matematico-statistiche, lo scopo principale di tale analisi è di creare all'interno dei dati una serie di raggruppamenti o classi, di enucleare le caratteristiche che più significativamente li contraddistinguono e, infine, di specificarne la stabilità (DJINDJIAN, LEREDDE 1980, 61-62). È interessante notare a tale proposito che lo scopo stesso che questo approccio si prefigge presuppone necessariamente un'analisi tipologica dei materiali che si vogliono esaminare.

L'importanza di tale analisi ai fini della ricerca archeologica appare manifesta nelle parole di J.-C. Gardin (GARDIN 1979, 115-116), che ritiene che per tipologia si possa intendere « toute ordination d'un ensemble d'objets dont l'auteur tire des inférences relatives à des faits qui ne sont pas contenus dans la représentation initiale des ces objets ». Assumendo tale definizione per l'analisi

tipologica, o più in generale per la tipologia, risulta evidente che questo tipo di approccio è alla base di ogni studio sistematico che concerna le culture materiali ed il cui fine sia di inquadrare sotto un profilo spazio-temporale i dati archeologici, quale che ne sia il periodo cronologico di riferimento.

Di fatto, però, sia il dibattito connesso con la definizione di "tipo" (CLARKE 1978, 205-244; HODSON 1980; WHALLON, BROWN 1982), sviluppatosi in particolare sotto l'impulso di alcune correnti della *New Archaeology* (cfr. da ultimo CUOMO DI CAPRIO 1986), sia e soprattutto le problematiche connesse con la codifica dei dati e con l'applicazione delle tecniche matematico-statistiche, hanno trovato un campo di indagine negli studi di antropologia e di archeologia preistorica ben più che in quelli di epoca storica (per le tendenze metodologiche degli studi paleontologici cfr. BIETTI, BIETTI SESTIERI 1985 e, da ultimo, GUIDI 1988). Poiché tale situazione appare generalizzata in modo abbastanza evidente sia nel mondo latino-europeo sia in quello anglosassone (BOGUCKI 1985), se ne deduce che questo stato di cose è indipendente dalle diverse tradizioni di studi sviluppatesi nei suddetti paesi.

In Italia, ad esempio, questa situazione è ben documentata sia dagli atti di congressi sia dai repertori generali o dai bollettini informativi recentemente dedicati all'applicazione dei calcolatori nell'ambito dell'archeologia e della storia dell'arte. In essi, la maggior parte degli interventi concernenti l'epoca classica trattano esperienze realizzate mediante l'applicazione di banche-dati ovvero mediante l'utilizzazione di tecniche di grafica computerizzata (CORTI 1984a; 1984b; CORTI, SCHMITT 1985; CORTI 1988; AA.VV. 1988; PARRA 1989; per la situazione francese cfr. GINOUVÈS 1985; 1987).

Soprattutto nel Convegno svoltosi a Lecce nel 1986 (D'ANDRIA 1987), che affronta in modo più specifico problematiche archeologiche cronologicamente ben definite, spicca il fatto che solo due delle numerose relazioni presentate esemplifichino i risultati prodotti da un approccio metodologico caratterizzato dall'uso di metodi matematico-statistici, sia elementari sia multivariati. La prima (MASIERO 1987) concerne l'analisi quantitativa della ceramica cassita (1500-1100 a.C.) rinvenuta nel sito di Tell Yelkhi, al confine fra Iraq e Iran; la seconda (MOSCATI 1987b), su cui torneremo più avanti, concerne l'analisi statistica di specchi bronzei di produzione etrusca e prenestina.

Al di là, quindi, di spiegazioni semplicistiche, la situazione fin qui delineata appare anzitutto connessa con la sclerotizzazione del dibattito relativo alla definizione di tipo e alla nozione di metodo tipologico, che ha portato ad esempio a sostenere, in ambito preistorico, l'infondatezza della distinzione aprioristica fra tipologia e analisi stilistica (PERONI 1967). Inoltre, tale situazione appare senza dubbio il frutto della sostanziale differenza riscontrabile fra i materiali relativi alle culture preistoriche e quelli di età storica.

2. L'ANALISI MORFOMETRICA

L'analisi morfometrica delle vestigia materiali, che costituisce la branca della tipometria intesa all'identificazione e alla caratterizzazione degli oggetti archeologici in base alla loro morfologia, ha trovato un fecondo campo di indagine e di applicazione nell'analisi dei materiali litici ovvero ceramici di epoca preistorica. Più ardua è risultata l'applicazione dei metodi tipometrici all'esame di classi di monumenti storici caratterizzati, al di là dei fattori tecnologici e morfologici, da una serie complessa di informazioni concernenti l'iconografia, lo stile, nonché l'iconologia.

Tuttavia, è interessante sottolineare che proprio nel campo della morfometria, e in particolare per quanto attiene alla classificazione tipologica del materiale ceramico, si sono verificati un maggiore dialogo e un tentativo di avvicinamento fra i sostenitori di un approccio metodologico di studio "tradizionale" e i fautori di un approccio "formale" o, più specificamente, fra "archéologues" e "méthodologues", secondo la definizione proposta alla fine degli anni Settanta da J.-C. Gardin (GARDIN 1977).

2.1 I materiali ceramici

L'auspicata unificazione fra i due diversi approcci sopra descritti è risultata almeno in parte possibile nel caso dell'analisi tipologica del materiale ceramico relativo anche ad epoca storica, che si è prestato, meglio di altre classi monumentali, ad un tipo di classificazione basata sulla descrizione e sulla codifica delle diverse parti che caratterizzano i vasi da un punto di vista morfologico e tecnologico.

Proprio il rapporto esistente fra tali parti ha fornito la base di partenza per le esperienze fino ad oggi realizzate in questo campo, con particolare sviluppo nell'ambito delle ricerche sulle anfore da trasporto. A tale proposito, e a dimostrazione della notevole specializzazione che caratterizza questo settore, va ricordato che, accanto ai più noti e classici esempi di costruzioni tipologiche basate sull'utilizzazione di metodi di classificazione automatica dei dati, si è giunti di recente alla sperimentazione, mediante l'utilizzazione di un sistema esperto, delle moderne tecniche offerte dall'Intelligenza Artificiale (GUENOCHÉ, HESNARD 1983; HESNARD 1987).

Scopo del suddetto progetto, che da un punto di vista teorico segue il criterio di una classificazione dei materiali di tipo "logico-empirico", è di determinare le caratteristiche morfologiche delle anfore di cui è noto il luogo di provenienza e quindi estendere tale informazione agli oggetti che presentano le medesime caratteristiche. La fase attuale della ricerca ha previsto la rappresentazione di

un gruppo di circa 100 esemplari e la costituzione di un corpus di regole, non contraddittorie fra loro, che permette di simulare e quindi verificare la validità delle argomentazioni utilizzate dall'archeologo nel suo ragionamento interpretativo.

Oltre alle ricerche realizzate sulle anfore da trasporto, che sono fra le più note e per la cui realizzazione non sempre si è fatto uso dell'elaboratore elettronico, uno studio che ben esemplifica la problematica del « riconoscimento delle forme » ed il tipo di approccio metodologico che esso richiede è il recente lavoro di P. Courbin (COURBIN, LLÉRÈS 1983), finalizzato alla classificazione automatica di un gruppo di 28 skyphoi protocorinzi. Definendosi contrario ad un tipo di schedatura basata sulla più tradizionale segmentazione orizzontale delle diverse parti dei vasi, il Courbin si prefigge di descrivere la forma degli skyphoi attraverso le coordinate cartesiane di un numero prestabilito di punti presi lungo il profilo della vasca, escludendo di proposito il piede e le anse.

Scopo dello studio è di porre in luce, attraverso l'utilizzazione del calcolatore, lo sviluppo evolutivo della forma degli skyphoi, tralasciando quindi, come si addice d'altronde a un'analisi puramente morfometrica, ogni altro tipo di informazione. Attraverso la sperimentazione di tecniche statistiche multivariate, fra cui un metodo di analisi fattoriale ed una classificazione ascendente gerarchica, lo studioso è riuscito a raggiungere in modo "automatico" una sequenza evolutiva delle forme, in gran parte divergente dalle precedenti classificazioni realizzate con metodi empirici ovvero effettuate senza l'esame diretto degli oggetti stessi.

Tale sequenza non si limita ad indicare l'evoluzione morfologica dei vasi, a partire cioè da forme basse e larghe, generalmente definite "emisferiche", fino a forme alte e slanciate, ma offre anche, vaso per vaso, i valori precisi relativi all'entità del divario esistente fra le diverse fasi della sequenza ottenuta. Quest'ultima, inoltre, rispecchia sia le associazioni relative ai materiali provenienti dagli stessi contesti, sia l'inquadramento cronologico generalmente proposto dai diversi autori, sia infine il quadro evolutivo della decorazione presente sulla vasca dei vasi.

A proposito dell'analisi quantitativa dei dati relativi alla ceramica di epoca storica, va però ricordato che, a tutt'oggi, molte delle esperienze realizzate ai fini dell'analisi e della classificazione di questo materiale sono state effettuate prendendo come dato primario e distintivo su cui basare l'esame la composizione chimica del campione di oggetti, piuttosto che la loro forma (cfr. ad es. LEMOINE 1982; BISHOP, RANDS, HOLLEY 1982; PICON 1984). Infatti, soprattutto nel corso degli ultimi anni, queste tecniche di rilevamento dei dati si sono andate via via moltiplicando e specializzando (cfr. da ultimo BAXTER, HAYWORTH 1989).

Per quanto attiene sempre all'archeologia di epoca storica, fra gli studi rea-

lizzati sulla base delle informazioni tratte dalle analisi chimiche possiamo citare, ad esempio, le ricerche effettuate su gruppi di materiali specifici, come alcune classi di anfore da trasporto di epoca romana (HAMON, HESNARD 1977; HESNARD, LEMOINE 1981); alcuni gruppi di vasi di bucchero prodotti in ambiente etrusco (GRAN-AYMERICH *et al.* 1985); infine, alcuni vasi con decorazione sovradipinta di epoca ellenistica e di produzione chiusina e volterrana (HARARI, ODDONE 1984; 1985).

Appare evidente che, partendo da variabili di tipo metrico, le tecniche matematiche e statistiche più frequentemente utilizzate nelle suddette ricerche rientrano soprattutto fra i metodi di classificazione automatica, accompagnati in taluni casi dalla sperimentazione dell'Analisi Discriminante o dall'Analisi dei Componenti Principali. Nuove strade, però, sembrano aprirsi con l'avvento dell'Intelligenza Artificiale e delle procedure offerte dai sistemi esperti: recenti ricerche, infatti, hanno fatto uso di tali strumenti per la determinazione della provenienza dei materiali ceramici (VITALI, LAGRANGE 1988; VITALI 1989).

Il problema dell'analisi e della classificazione delle forme ceramiche sulla base della definizione dei loro profili, che costituisce un punto nodale negli studi tipologici e che ha dato adito al moltiplicarsi di ricerche da parte di generazioni di archeologi (cfr. da ultimo KAMPFMEYER 1988, con bibliografia precedente), sembra oggi raggiungere una svolta determinante. Proprio la sperimentazione delle nuove tecniche offerte dagli strumenti informatici permette, infatti, di selezionare e registrare i dati relativi alle misure degli oggetti in modo automatico e di descrivere le forme esclusivamente attraverso valori numerici.

Un esempio che ben dimostra questo tipo di approccio innovativo è offerto da ARCOS, un sistema per la documentazione e l'archiviazione automatica, nonché per la classificazione, delle forme ceramiche attraverso l'ausilio ed il supporto dei calcolatori. Il progetto, già sperimentato su specifiche classi ceramiche (ZAMPERONI *et al.* 1988), prevede l'acquisizione dei dati relativi al profilo dei vasi attraverso una telecamera. La successiva registrazione delle misure avviene in modo automatico, attraverso uno specifico programma che permette di estrarre dal contorno del vaso informazioni metriche relative non solo alla forma intera o alle diverse parti che la costituiscono, quali l'orlo, il collo, la pancia o la base, ma anche alle proporzioni esistenti fra le diverse misure registrate.

Il programma utilizzato, oltre ad offrire la possibilità di creare una vera e propria "biblioteca" o archivio di profili-campione, permette di effettuare raffronti fra i diversi profili inseriti e di individuare la forma di riferimento per quei materiali che risultano frammentari. Inoltre, i dati così immagazzinati possono essere gestiti ed analizzati attraverso la sperimentazione di tecniche matematico-statistiche, al fine di determinare una serie di gruppi all'interno dell'intero campione. Nel corso della sperimentazione si è visto che, fra i diversi

metodi di classificazione automatica dei dati utilizzati a tal fine, la Complete-Linkage Cluster Analysis si è verificata la più idonea al trattamento delle informazioni e al raggiungimento di una proficua classificazione delle forme ceramiche.

2.2 I materiali lapidei

Venendo a descrivere altri esempi di analisi morfometrica, realizzati sempre su classi di monumenti di epoca storica ma che esulano dalle problematiche connesse con la ceramica, va citato lo studio di J. R. Clark (CLARK 1984; 1988), inteso ad analizzare mediante metodi quantitativi le proporzioni della scultura greca. Tale studio rientra in un più ampio progetto di ricerca realizzato presso la Harvard University e dedicato alla valutazione e all'analisi statistica del grado di similarità esistente non solo fra oggetti relativi alle medesime classi archeologiche, ma anche fra specifici motivi iconografici, come è dimostrato dalla sperimentazione che è stata fatta di questo calcolo su ben definite raffigurazioni rilevate su monete celtiche.

Questo tipo di analisi prende spunto, nel caso della scultura greca, dalla precedente esperienza realizzata sulle korai e sui kouroi di epoca arcaica da E. Guralnick (GURALNICK 1978; 1981), della quale peraltro vengono messe in discussione sia la procedura seguita sia le tecniche statistiche utilizzate. Infatti, a differenza del lavoro della Guralnick, in cui l'analisi quantitativa dei dati è stata realizzata mediante l'applicazione dell'Analisi dei Componenti Principali, i dati raccolti dal Clark sono stati analizzati mediante il calcolo del coefficiente di correlazione di Pearson.

Il Clark analizza un gruppo piuttosto ristretto di statue maschili stanti relative a diversi periodi della scultura greca, ed effettua una classificazione basata esclusivamente sulle proporzioni formali di tali statue e sulle diverse pose da esse di volta in volta assunte. I risultati ottenuti offrono dati interessanti, ma piuttosto prevedibili, circa la correlazione fra le diverse opere di un unico scultore, come nel caso di Policleto. D'altronde essi permettono di approfondire alcune problematiche connesse con i diversi periodi della scultura greca, ponendo in evidenza una eterogeneità maggiore fra le opere relative all'epoca ellenistica che fra quelle di età precedente, più aderenti ai canoni formali di riferimento.

Sempre restando nell'ambito della scultura greca, un altro esempio di analisi morfometrica è costituito dallo studio del processo evolutivo subito dai capitelli di stile ionico (COLLOMBIER 1983). Questa ricerca prende spunto da un ampio e complesso studio sui capitelli ionici di D. Theodorescu (THEODORESCU 1980; 1983), che ha basato la sua ricerca sull'analisi dei diversi elementi di ciascun capitello, i quali, essendo iscrivibili all'interno di altrettanti corpi geometrici ele-

mentari, possono costituire delle singole unità definibili come parti costitutive dell'intero volume.

A tali dati quantitativi sono state aggiunte le informazioni qualitative concernenti la descrizione delle diverse soluzioni decorative. Ambedue le serie di dati sono state inserite all'interno di una matrice, in cui le colonne indicano i diversi esemplari presi in esame, mentre le righe corrispondono alle diverse informazioni scelte per la loro descrizione. La tecnica utilizzata per il trattamento dei dati è il metodo grafico creato da M.J. Bertin (BERTIN 1977), che permette di riordinare, secondo un criterio di coerenza e di sequenza cronologica e sulla base di procedimenti manuali, i dati contenuti nella matrice di partenza.

Anche nello studio di Collombier sono state scelte come variabili per la descrizione di ogni capitello preso in esame le misure che caratterizzano ciascun suo elemento costitutivo, quali ad esempio la base, le volute o l'echino. I dati quantitativi così raccolti risultano inerenti a un complesso di 69 capitelli, il cui stato di conservazione ha reso possibile la rilevazione di tutti i caratteri selezionati nella prima fase della ricerca. Tali dati sono stati questa volta esaminati con l'ausilio del calcolatore, attraverso la sperimentazione di una specifica tecnica statistica multivariata: l'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze.

Ai risultati raggiunti, che concernono evidentemente le associazioni esistenti fra le diverse parti strutturali di ciascun capitello, sono state aggiunte nuove informazioni di tipo estrinseco, relative sia alla cronologia di riferimento sia alle aree geografiche di appartenenza: l'Asia Minore, l'Egeo, l'Attica e il Peloponneso, la Magna Grecia. Si è potuto così constatare l'esistenza di 6 raggruppamenti, distinti fra loro in base sia alle caratteristiche strutturali dei diversi capitelli presi in esame, sia alla loro seriazione cronologica, alla loro distribuzione geografica e alla tradizione culturale di appartenenza. Un solo raggruppamento, infine, appare distinto dagli altri anche in base alla destinazione d'uso degli edifici relativi ai capitelli ivi confluiti, che nel caso specifico è risultata di tipo votivo.

Sempre nell'ambito delle esperienze di analisi morfometrica dei dati archeologici, un chiarimento sul particolare tipo di approccio metodologico richiesto è offerto dal progetto in corso di realizzazione (CRISTOFANI 1988; MOSCATI c.s. b; c.s. c) relativo all'esame computerizzato delle urne cinerarie etrusche di epoca ellenistica, prodotte a Volterra e nel territorio da essa dipendente sia politicamente sia culturalmente (Fig. 1). Nella fase attuale del progetto sono stati schedati e inseriti nel calcolatore i dati contenuti nei primi tre volumi del Corpus delle urne etrusche di età ellenistica (CRISTOFANI *et al.* 1975; CRISTOFANI 1977; CATENI 1986) e relativi rispettivamente alle urne provenienti da specifici complessi tombali, rinvenuti nelle necropoli sia di Volterra sia dei centri gravitanti intorno alla città, ovvero alle urne conservate in alcune sale del locale Museo Guarnacci.

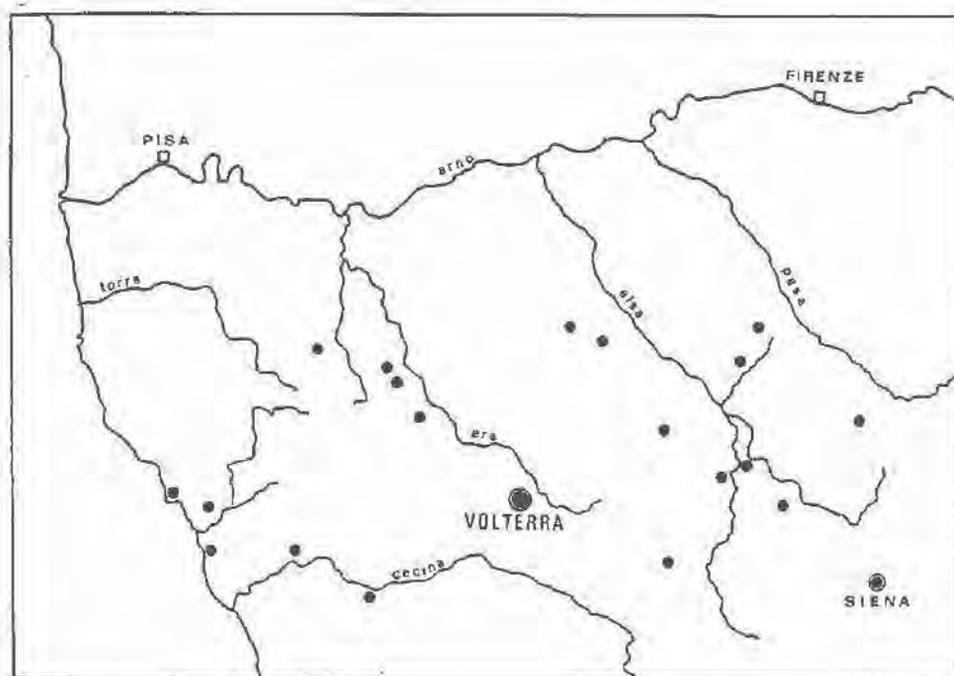


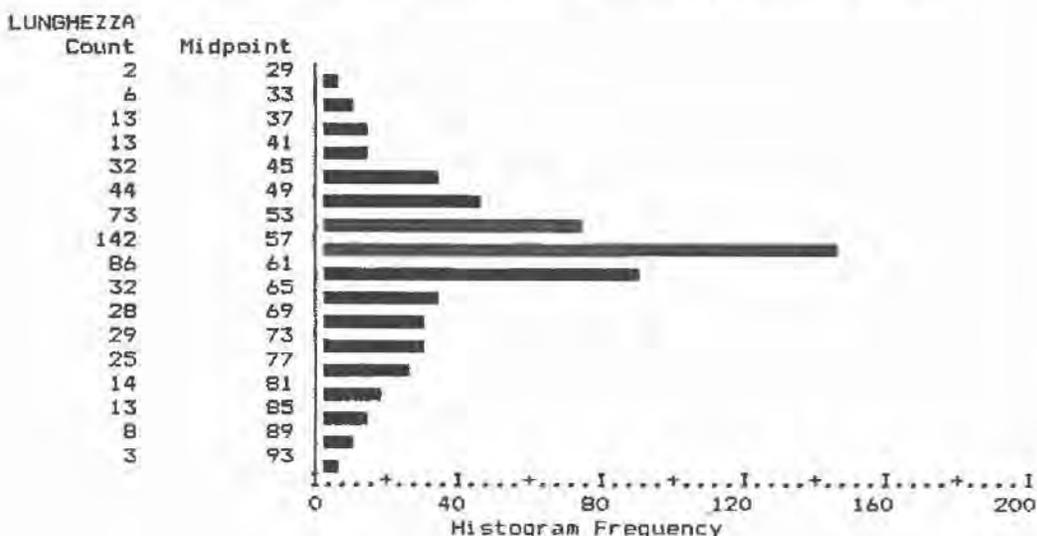
Fig. 1 — Area di diffusione delle urne volterrane.

Le informazioni relative alle urne così schedate, che raggiungono più di 600 esemplari, sono state codificate ed inserite all'interno di una matrice numerica al fine di essere esaminate statisticamente. È oggi in fase di inserimento nel calcolatore la serie di dati relativi alle urne volterrane conservate nel Museo Archeologico di Firenze e nelle sale del Museo Guarnacci di Volterra non ancora confluite nei volumi del Corpus; una volta terminata la schedatura, il campione di dati da esaminare raggiungerà circa i 1000 individui. Inoltre, va qui ricordato che il notevole numero di variabili prese in esame, così come la difficoltà di accertare la pertinenza fra le casse e i coperchi, sicura solo nel caso di una precisa documentazione di archivio o di scavo, hanno condizionato la scelta di due schedature distinte e la conseguente realizzazione di due files, l'uno contenente i dati relativi alle casse e l'altro quelli relativi ai coperchi.

Prima di affrontare le complesse problematiche iconografiche e stilistiche, nonché i dati relativi alla destinazione d'uso così come alla distribuzione spazio-temporale di questa classe di materiali, si è tentato di realizzare, mediante l'ausilio del calcolatore, una classificazione tipologica delle casse delle urne, basata esclusivamente sui dati tecnico-morfologici che le caratterizzano. Le variabili fi-

nora prese in esame concernono: la provenienza di ciascun esemplare e, qualora noto, il complesso tombale di riferimento; lo stato di conservazione; le misure; il materiale in cui le urne sono realizzate; la tipologia dei peducci; le diverse forme delle casse e l'eventuale presenza di riquadri a delimitazione del campo figurato; la cornice e lo zoccolo, descritti in base al tipo di decorazione che li caratterizza e ai motivi iconografici di volta in volta scolpiti sugli esemplari in cui tali elementi sono decorati a basso rilievo.

Per quanto attiene alle misure, cioè all'altezza, alla profondità e alla lunghezza delle casse, va ricordato che sono state analizzate statisticamente solo le urne il cui stato di conservazione risulta integro o comunque tale da consentire la ricostruzione delle proporzioni originarie. Analisi statistiche descrittive in una sola variabile, realizzate mediante l'utilizzazione del programma SPSS (*Sta-*



LUNGHEZZA

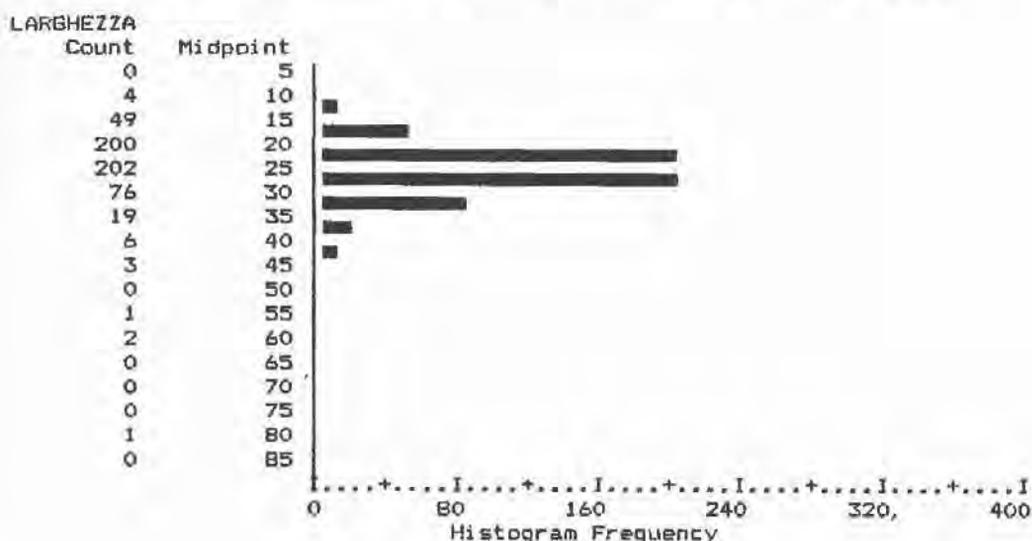
Mean	58.787	Std Err	.485	Median	57.000
Mode	58.000	Std Dev	11.501	Variance	132.268
Kurtosis	.525	S E Kurt	.206	Skewness	.440
S E Skew	.103	Range	68.000	Minimum	27.000
Maximum	95.000	Sum	33097.000		

Valid Cases 563 Missing Cases 0

Fig. 2 — Istogramma delle lunghezze delle casse espresse in centimetri.

tistical Package for the Social Sciences), hanno mostrato che la distribuzione di queste tre variabili metriche risulta approssimativamente normale. La lettura dei relativi istogrammi (Figg. 2-4) ha permesso di verificare che le tre misure di tendenza centrale, cioè la media, la moda e la mediana, coincidono quasi perfettamente (per es., nel caso della lunghezza, il valore della media è di cm. 58.78, quello della moda è di cm. 58, quello della mediana è di cm. 57). Tale tipo di distribuzione viene confermato anche dal valore di σ (= deviazione standard), cioè della dispersione della distribuzione degli oggetti esaminati.

Inoltre, si è ravvisato che il rapporto esistente fra queste variabili metriche, prese due a due, risulta direttamente proporzionale nel caso della lunghezza e dell'altezza; la realizzazione di uno "scatter diagram" e l'esame della distribuzione dei punti al suo interno hanno infatti mostrato che all'aumento dell'una

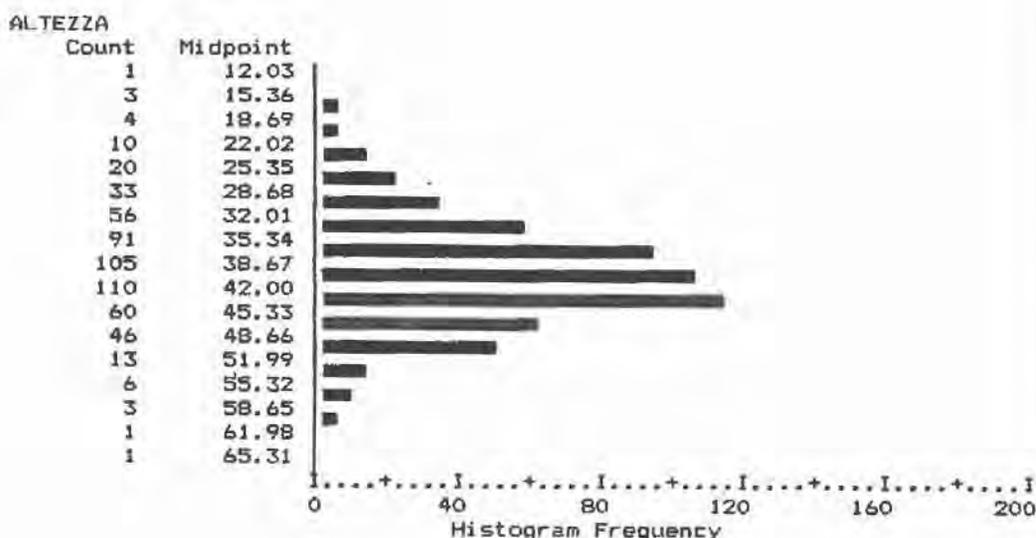


LARGHEZZA

Mean	23.798	Std Err	.266	Median	23.000
Mode	23.000	Std Dev	6.307	Variance	39.785
Kurtosis	16.444	S E Kurt	.206	Skewness	2.659
S E Skew	.103	Range	70.000	Minimum	10.000
Maximum	80.000	Sum	13398.000		

Valid Cases 563 Missing Cases 0

Fig. 3 — Istogramma delle larghezze delle casse espresse in centimetri.



ALTEZZA

Mean	38.753	Std Err	.311	Median	39.000
Mode	42.000	Std Dev	7.383	Variance	54.514
Kurtosis	.830	S E Kurt	.206	Skewness	-.192
S E Skew	.103	Range	53.000	Minimum	12.000
Maximum	65.000	Sum	21818.000		

Valid Cases 563 Missing Cases 0

Fig. 4 — Istogramma delle altezze delle casse espresse in centimetri.

corrisponde l'aumento dell'altra (Fig. 5). La profondità della cassa è invece risultata indipendente sia dall'altezza sia dalla lunghezza, in quanto al variare di queste ultime non corrisponde un suo mutamento, ma essa risulta pressoché stabilizzata su valori costanti (Figg. 6, 7). La situazione così riscontrata sembra indicare con chiarezza la preferenza per una visione frontale delle urne, spesso collocate a ridosso delle pareti delle camere sepolcrali.

Il tipo di distribuzione degli individui all'interno dello "scatter diagram", così come la suddetta realizzazione di istogrammi che mostrano un unico picco di frequenza, ha permesso di approfondire ulteriormente il comportamento delle variabili relative alle misure delle urne. Si è infatti potuta verificare l'esistenza di un'unica popolazione omogenea all'interno del campione di dati preso in

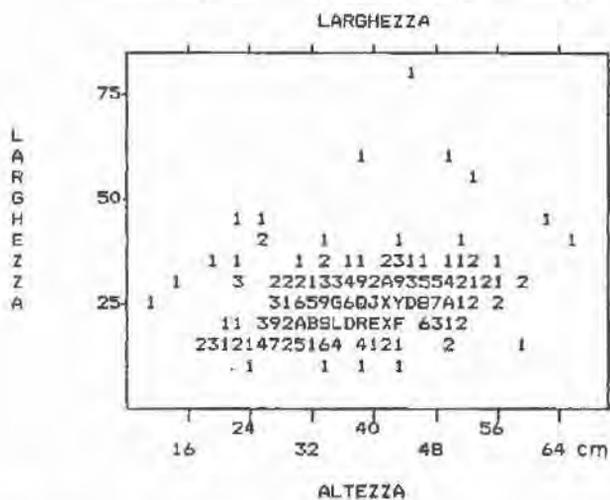
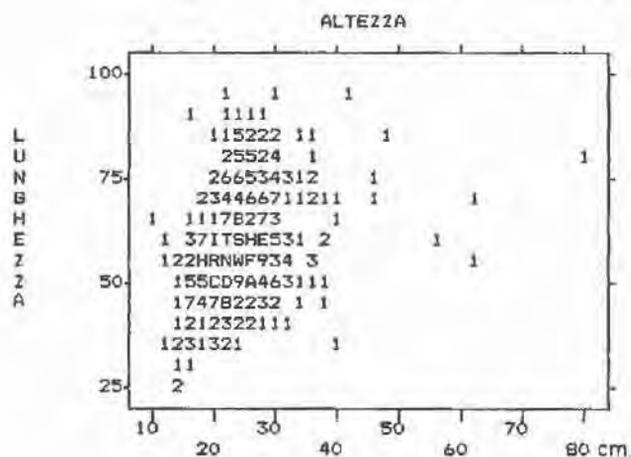
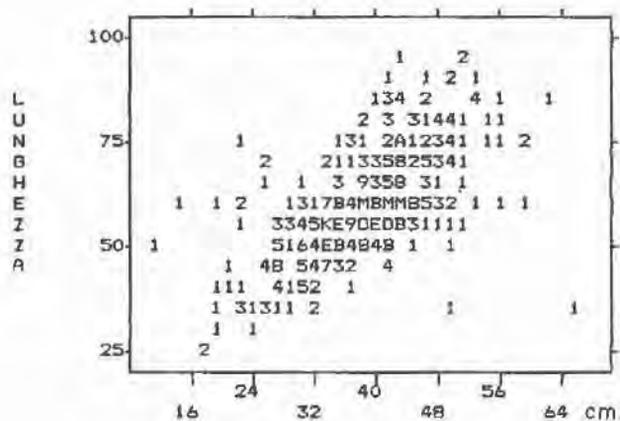


Fig. 5 — "Scatter diagram" delle casse: relazione fra le variabili "LUNGHEZZA" e "ALTEZZA".

Fig. 6 — "Scatter diagram" delle casse: relazione fra le variabili "LUNGHEZZA" e "LARGHEZZA".

Fig. 7 — "Scatter diagram" delle casse: relazione fra le variabili "LARGHEZZA" e "ALTEZZA".

esame, che fa evidenziare l'esistenza di un'evoluzione nelle proporzioni formali delle urne ma fa escludere l'intenzionalità da parte degli artigiani di realizzare produzioni differenziate sulla base delle diverse dimensioni degli esemplari.

L'utilizzazione di un test parametrico, cioè del t-test di Student, ha inoltre permesso di valutare il comportamento delle variabili metriche in relazione a gruppi di urne differenziati in base alla presenza o meno di determinati attributi di tipo qualitativo (per un esempio di utilizzazione di questo test in archeologia cfr. ORTON 1983). Ad esempio, il valore medio della variabile continua che indica la lunghezza delle urne varia significativamente in rapporto alle diverse variabili indicanti i tipi di casse prese in esame. In particolare è da notare (Figg. 8, 9) la maggiore lunghezza degli esemplari caratterizzati dalla presenza, come limite superiore e inferiore del campo figurato, di una cornice e di uno zoccolo decorati a basso rilievo ("DC" e "DZ" = 2), rispetto agli esemplari in cui tali elementi risultano privi di decorazione ("DC" e "DZ" = 1) ovvero sono del tutto assenti ("DC" e "DZ" = 0).

Al contrario, i valori della larghezza aumentano significativamente in correlazione con le casse di urne lisce, cioè prive di cornice e di zoccolo, così come di qualsiasi altro tipo di decorazione. Infine, va messo in luce che un unico gruppo di casse è risultato avere proporzioni maggiori rispetto ai valori medi: si tratta più specificamente delle casse, invero non molto numerose, la cui decorazione frontale, collocata all'interno di un riquadro rettangolare di dimensioni ridotte, ricorda gli esemplari lignei.

In associazione con la variabile "materiale", che indica il tipo di pietra utilizzato per la realizzazione delle urne, solo la lunghezza presenta un comportamento significativo (Fig. 10). Si ravvisa, infatti, una differenza di circa 10 centimetri fra il valore medio della lunghezza delle casse in tufo ("MAT" = 1) e quello relativo alle casse in alabastro ("MAT" = 2), che risultano pertanto generalmente più lunghe. I valori relativi all'altezza e alla larghezza rimangono invece pressoché costanti di fronte al variare del tipo di materiale utilizzato. È interessante notare che i valori della variabile larghezza (Fig. 11), a differenza delle altre misure, mutano in relazione all'assenza ("PED" = 1) o alla presenza ("PED" = 2) dei peducci: i valori medi relativi alla profondità della cassa, infatti, aumentano in maniera significativa in associazione con la presenza di questi elementi, che sono attestati nel 30% circa dei casi analizzati e che caratterizzano soprattutto gli esemplari tufacei.

Independent samples of DC

Group 1: DC EQ 0 Group 2: DC EQ 2

t-test for: LUNGHEZZA

	Number of Cases	Mean	Standard Deviation	Standard Error
Group 1	141	55.3901	10.678	.899
Group 2	252	62.1270	12.505	.788

F Value	2-Tail Prob.	Pooled Variance Estimate			Separate Variance Estimate		
		t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.	t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.
1.37	.039	-5.39	391	.000	-5.64	329.18	.000

a

Independent samples of DC

Group 1: DC EQ 1 Group 2: DC EQ 2

t-test for: LUNGHEZZA

	Number of Cases	Mean	Standard Deviation	Standard Error
Group 1	148	56.3851	7.816	.643
Group 2	252	62.1270	12.505	.788

F Value	2-Tail Prob.	Pooled Variance Estimate			Separate Variance Estimate		
		t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.	t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.
2.56	.000	-5.04	398	.000	-5.65	396.45	.000

b

Fig. 8a — Procedura T-TEST. Variabile "LUNGHEZZA"; gruppi: "DC" = 0 (decorazione cornice assente); "DC" = 2 (cornice con decorazione a basso rilievo).

Fig. 8b — Procedura T-TEST. Variabile "LUNGHEZZA"; gruppi: "DC" = 1 (cornice con profilo liscio o decorato con semplici modanature); "DC" = 2 (cornice con decorazione a basso rilievo).

Independent samples of DZ

Group 1: DZ EQ 0 Group 2: DZ EQ 2

t-test for: LUNGHEZZA

	Number of Cases	Mean	Standard Deviation	Standard Error
Group 1	136	54.2206	10.448	.896
Group 2	197	63.8071	11.828	.843

F Value	2-Tail Prob.	Pooled Variance Estimate			Separate Variance Estimate		
		t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.	t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.
1.28	.123	-7.62	331	.000	-7.79	311.58	.000

a

Independent samples of DZ

Group 1: DZ EQ 1 Group 2: DZ EQ 2

t-test for: LUNGHEZZA

	Number of Cases	Mean	Standard Deviation	Standard Error
Group 1	212	57.0472	9.615	.660
Group 2	197	63.8071	11.828	.843

F Value	2-Tail Prob.	Pooled Variance Estimate			Separate Variance Estimate		
		t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.	t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.
1.51	.003	-6.36	407	.000	-6.31	378.16	.000

b

Fig. 9a — Procedura T-TEST. Variabile "LUNGHEZZA"; gruppi: "DZ" = 0 (decorazione zoccolo assente); "DZ" = 2 (zoccolo con decorazione a basso rilievo).

Fig 9b — Procedura T-TEST. Variabile "LUNGHEZZA"; gruppi: "DZ" = 1 (zoccolo con profilo liscio o decorato con semplici modanature); "DZ" = 2 (zoccolo con decorazione a basso rilievo).

Independent samples of MAT

Group 1: MAT EQ 1

Group 2: MAT EQ 2

t-test for: LUNGHEZZA

	Number of Cases	Mean	Standard Deviation	Standard Error
Group 1	269	54.5725	7.845	.478
Group 2	279	63.0215	12.975	.777

F Value	2-Tail Prob.	Pooled Variance Estimate			Separate Variance Estimate		
		t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.	t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.
2.74	.000	-9.18	546	.000	-9.26	460.15	.000

Independent samples of PED

Group 1: PED EQ 1

Group 2: PED EQ 2

t-test for: LARGHEZZA

	Number of Cases	Mean	Standard Deviation	Standard Error
Group 1	358	22.1536	5.383	.284
Group 2	203	26.4187	5.670	.398

F Value	2-Tail Prob.	Pooled Variance Estimate			Separate Variance Estimate		
		t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.	t Value	Degrees of Freedom	2-Tail Prob.
1.11	.396	-8.84	559	.000	-8.72	401.87	.000

Fig. 10 — Procedura T-TEST. Variabile "LUNGHEZZA"; gruppi: "MAT" = 1 (tufo); "MAT" = 2 (alabastro).

Fig. 11 — Procedura T-TEST. Variabile "LARGHEZZA"; gruppi: "PED" = 1 (cassa apoda, priva di peducci); "PED" = 2 (presenza di peducci).

3. L'ANALISI TIPOMETRICA

Per quanto attiene più in generale all'evoluzione storica dell'analisi tipometrica dei dati archeologici, appare necessario distinguere sia i diversi tipi di approccio metodologico sia i diversi metodi quantitativi di volta in volta utilizzati. Infatti, a partire dall'iniziale realizzazione di liste tipologiche attraverso selezioni empiriche effettuate dagli stessi archeologi in base al loro bagaglio conoscitivo, si è passati gradualmente alla sperimentazione di alcune tecniche di statistica grafica e descrittiva ovvero di alcuni tests di associazione di caratteri, adatti a coadiuvare la classificazione tipologica dei materiali.

Tale fase è stata superata dall'utilizzazione di analisi statistiche multivariate, a partire cioè dalle applicazioni di tecniche di classificazione automatica dei dati, per giungere, infine, all'utilizzazione dei metodi di riduzione multidimensionale. La distinzione così delineata fra le diverse procedure di volta in volta utilizzate corrisponde, d'altronde, alle varie fasi cronologiche che permettono di ricostruire, sotto un profilo storico, l'evoluzione metodologica subita nel corso degli anni dalle tecniche di analisi quantitativa dei dati archeologici.

3.1 *Tecniche di statistica descrittiva*

Ad esempio, l'utilizzazione delle tabelle di contingenza e del metodo del χ^2 , intesa alla individuazione di "tipi" di manufatti intrinsecamente caratterizzati da una serie significativamente ricorrente di attributi che ne permettono una distinzione rispetto ad un iniziale set di dati politetico, dopo un iniziale successo dovuto soprattutto alla possibilità che essa offre di analizzare i dati qualitativi, è stata successivamente superata a causa dell'avvento delle tecniche di classificazione automatica. Ciò non toglie, però, che l'utilizzazione di questo tipo di analisi, introdotta in ambito archeologico agli inizi degli anni Cinquanta (SPAULDING 1953; 1977; 1982), costituisca a tutt'oggi un approccio metodologico efficace, almeno ad un primo livello di analisi descrittiva del campione di oggetti preso in esame (BARRY LEWIS 1986; MOSCATI 1987a, 74-75).

Tornando al caso delle urne volterrane, come è stato già indicato per l'esame morfometrico delle casse, l'analisi statistica dei dati è stata inizialmente condotta mediante l'utilizzazione di una serie di statistiche elementari, fra cui anche, per l'esame degli attributi nominali, le tabelle di contingenza associate con il metodo del χ^2 . Per quanto attiene in modo più specifico ai coperchi delle urne, questo primo approccio metodologico ha permesso di evidenziare, attraverso l'analisi delle frequenze, che sotto un profilo numerico esiste una pressoché totale analogia fra la produzione in tufo e quella in alabastro, i due tipi di materiali maggiormente utilizzati dagli artigiani volterrani per la realizzazione di

queste urne funerarie. Numericamente irrilevante risulta la produzione in terracotta o in materiali diversi dai due suddetti.

L'utilizzazione delle tabelle di contingenza ha permesso di evidenziare la positiva associazione fra gli esemplari realizzati in tufo e i coperchi che risultano privi della rappresentazione della figura del defunto e riproducono la copertura degli edifici (Fig. 12). Per quanto invece attiene alla produzione figurata, che costituisce circa il 90% dell'intero campione di dati, l'associazione esistente fra



Fig. 12 — Urna volterrana in tufo: cassa parallelepipedica liscia e coperchio displuviato (Volterra, Museo Guarnacci, inv. n. 517).

il tipo di materiale utilizzato e il sesso del defunto non è risultata significativa. La situazione così riscontrata permette di escludere l'esistenza di una relazione fra il tipo di materiale utilizzato dagli artigiani per la realizzazione delle urne e il sesso della committenza che, secondo l'ipotesi maggiormente accreditata e salvo alcuni casi particolari, doveva effettuare una scelta fra una serie di prototipi presenti nelle diverse botteghe degli scalpellini (MAGGIANI 1985).

Piuttosto complessa è risultata l'analisi delle associazioni esistenti fra le numerose variabili e le loro rispettive modalità, scelte al fine di caratterizzare morfologicamente e tipologicamente le casse delle urne. L'utilizzazione delle tabelle di contingenza ha permesso di verificare la significativa associazione fra gli esemplari realizzati in tufo e il tipo di cassa privo di decorazione sul lato frontale e munito di peducci per lo più di forma rettangolare. Gli esemplari realizzati in alabastro ("MAT2"), invece, sono risultati associati, in più dell'80% dei casi, con il tipo di cassa (variabile "F") caratterizzato dalla presenza, al di sopra e al di sotto del campo figurato, di una cornice e di uno zoccolo (Fig. 13).

Per quanto attiene a questi ultimi elementi, essi sono stati suddivisi sulla base del tipo di decorazione che li caratterizza. Infatti, alcune cornici ed alcuni zoccoli presentano un profilo liscio o caratterizzato da semplici modanature (fa-

Crosstabulation: MAT2
By F

F →	Count Row Pct Col Pct	MAT2		Row Total
		0.0	1.00	
MAT2	0.0	133 44.9 62.7	163 55.1 40.0	296 47.7
	1.00	79 24.4 37.3	245 75.6 60.0	324 52.3
	Column Total	212 34.2	408 65.8	620 100.0

Chi-Square	D.F.	Significance	Min E.F.	Cells with E.F. < 5
28.12373	1	.0000	101.213	None
29.02980	1	.0000	(Before Yates Correction)	

Fig. 13 — Crosstabulation fra le variabili "MAT2" (= alabastro) e "F" (tipo di cassa F con zoccolo e cornice rilevati).

scia, listello, doppio listello, ecc.); altri, invece, presentano una decorazione a basso rilievo. Mentre i primi esemplari sono risultati associati in modo significativo con la modalità "tufo" della variabile "materiale" (Figg. 14 a, b), i secondi appaiono associati con la modalità "alabastro". I dati fin qui esposti confermano chiaramente la maggiore complessità e varietà decorativa che caratterizzano, sotto un profilo sia morfologico sia iconografico, la produzione in alabastro piuttosto che quella tufacea.

Per quanto attiene alla produzione di urne caratterizzate dalla presenza di zoccoli e cornici, si è tentato di verificare, sempre tramite l'utilizzazione delle tabelle di contingenza, l'esistenza o meno di una associazione significativa fra i diversi motivi decorativi che li caratterizzano. In primo luogo, è risultato interessante constatare che non esiste sempre una corrispondenza fra il tipo di decorazione della cornice e quello dello zoccolo. Infatti, molti esemplari con cornice caratterizzata da rappresentazioni a basso rilievo sono risultati associati con urne in cui lo zoccolo appare liscio o decorato con semplici modanature; questo è il caso, ad esempio, delle urne che sono caratterizzate da una cornice decorata con kymation ionico (tipo "M"), le quali presentano, in più del 60% dei casi, uno zoccolo costituito semplicemente da una fascia o da un listello (Figg. 15, 16).

Il tipo di cornice decorato a basso rilievo che compare con maggiore frequenza presenta, dal basso verso l'alto, i seguenti motivi decorativi: una fascia piatta inframezzata da una fila di perline, una fascia di dentelli, un doppio listello e una fila terminale di perline. Tale cornice, identificata nel corso della schedatura con la lettera "G", è risultata significativamente associata con diversi tipi di zoccolo, fra cui in particolare quelli decorati con kymation ionico (tipo "E") (Figg. 17, 18) ovvero con un motivo ad ovuli e astragali (tipo "F") (Figg. 19, 20). Va notato che ambedue questi zoccoli presentano spesso una fila di perline al di sopra e al di sotto del motivo realizzato a basso rilievo.

Un'altra associazione significativa è stata riscontrata fra il tipo di cornice "L" (dal basso: fascia decorata con rosette e palmette, doppio listello, fascia di dentelli, fila di perline, listello singolo o doppio, kymation ionico) e il tipo di zoccolo "H" (fascia decorata con rosette alternate a triglifi, inserita nella maggior parte dei casi fra due file di perline) (Figg. 21, 22). Infine, la cornice di tipo "N", caratterizzata dalla presenza di una fascia decorata con rosette e triglifi, presenta una positiva associazione con il tipo di zoccolo "T", caratterizzato da una decorazione a rosette alternate a nodi vegetali, generalmente non inserita fra file di perline ma fra semplici listelli (Figg. 23, 24).

Interessanti appaiono anche i dati relativi al rapporto esistente fra la variabile materiale e i diversi contesti di ritrovamento delle urne stesse. Tali contesti, che nella fase attuale della schedatura consistono nelle quattro principali necro-

Crosstabulation: MAT1
By LC1

LC1→	Count Row Pct Col Pct			Row Total
		0.0	1.00	
MAT1	0.0	317 93.2 67.0	23 6.8 15.6	340 54.8
	1.00	156 55.7 33.0	124 44.3 84.4	280 45.2
Column Total		473 76.3	147 23.7	620 100.0

<u>Chi-Square</u>	<u>D.F.</u>	<u>Significance</u>	<u>Min E.F.</u>	<u>Cells with E.F.< 5</u>
117.44327	1	.0000	66.387	None
119.50859	1	.0000	(Before Yates Correction)	

a

Crosstabulation: MAT1
By LZ1

LZ1→	Count Row Pct Col Pct			Row Total
		0.0	1.00	
MAT1	0.0	266 78.2 66.0	74 21.8 34.1	340 54.8
	1.00	137 48.9 34.0	143 51.1 65.9	280 45.2
Column Total		403 65.0	217 35.0	620 100.0

<u>Chi-Square</u>	<u>D.F.</u>	<u>Significance</u>	<u>Min E.F.</u>	<u>Cells with E.F.< 5</u>
56.68829	1	.0000	98.000	None
57.96934	1	.0000	(Before Yates Correction)	

Fig. 14a — Crosstabulation fra le variabili "MAT1" (= tufo) e "LC1" (cornice con profilo liscio o decorata con semplici modanature).

Fig. 14b — Crosstabulation fra le variabili "MAT1" (= tufo) e "LZ1" (zoccolo con profilo liscio o decorato con semplici modanature).

b

Crosstabulation: CM
By LZ1

LZ1→	Count Row Pct Col Pct			Row Total
		0.0	1.00	
CM1	0.0	397 65.9 98.5	205 34.1 94.5	602 97.1
	1.00	6 33.3 1.5	12 66.7 5.5	18 2.9
	Column Total	403 65.0	217 35.0	620 100.0

<u>Chi-Square</u>	<u>D.F.</u>	<u>Significance</u>	<u>Min E.F.</u>	<u>Cells with E.F. < 5</u>
6.80061	1	.0091	6.300	None
8.17130	1	.0043	(Before Yates Correction)	



Fig. 15 — Crosstabulation fra le variabili "CM" (tipo di cornice M) e "LZ1" (zoccolo con profilo liscio o decorato con semplici modanature).

X Fig. 16 — Cassa di urna in alabastro con cornice di tipo M e zoccolo a fascia liscia (Volterra, Museo Guarnacci, inv. n. 258).

Crosstabulation: CG
By ZE

ZE →	Count Row Pct Col Pct	CG		Row Total
		0.0	1.00	
CG	0.0	520 95.2 89.5	26 4.8 66.7	546 88.1
	1.00	61 82.4 10.5	13 17.6 33.3	74 11.9
Column Total		581 93.7	39 6.3	620 100.0

<u>Chi-Square</u>	<u>D.F.</u>	<u>Significance</u>	<u>Min E.F.</u>	<u>Cells with E.F. < 5</u>
16.02189	1	.0001	4.655	1 of 4 (25.0%)
18.12923	1	.0000	(Before Yates Correction)	



Fig. 17 — Crosstabulation fra le variabili "CG" (tipo di cornice G) e "ZE" (tipo di zoccolo E).
 ✖ Fig. 18 — Cassa di urna in alabastro con cornice di tipo G e zoccolo di tipo E (Volterra, Museo Guarnacci, inv. n. 252).

Crosstabulation: CG
By ZF

ZF →	Count Row Pct Col Pct	CG		Row Total
		0.0	1.00	
CG	0.0	508 93.0 92.5	38 7.0 53.5	546 88.1
	1.00	41 55.4 7.5	33 44.6 46.5	74 11.9
Column Total		549 88.5	71 11.5	620 100.0

Chi-Square	D.F.	Significance	Min E.F.	Cells with E.F. < 5
87.35263	1	.0000	8.474	None
91.02624	1	.0000	(Before Yates Correction)	



Fig. 19 — Crosstabulation fra le variabili "CG" (tipo di cornice G) e "ZF" (tipo di zoccolo F).
 X Fig. 20 — Cassa di urna in alabastro con cornice di tipo G e zoccolo di tipo F (Volterra, Museo Guarnacci, inv. n. 280).

Crosstabulation: CL
By ZH

ZH →	Count Row Pct Col Pct	CL		Row Total
		0.0	1.00	
0.0	592 96.7 100.0	20 3.3 71.4	612 98.7	
1.00		8 100.0 28.6	8 1.3	
Column Total	592 95.5	28 4.5	620 100.0	

Chi-Square	D.F.	Significance	Min E.F.	Cells with E.F. < 5
149.65573	1	.0000	.361	1 of 4 (25.0%)
171.35386	1	.0000	(Before Yates Correction)	



Fig. 21 — Crosstabulation fra le variabili "CL" (tipo di cornice L) e "ZH" (tipo di zoccolo H).

Fig. 22 — Cassa di urna in alabastro con cornice di tipo L e zoccolo di tipo H (Volterra, Museo Guarnacci, inv. n. 256).

Crosstabulation: CN
By ZI

ZI →	Count Row Pct Col Pct			Row Total
		0.0	1.00	
CN	0.0	596 98.2 99.0	11 1.8 61.1	607 97.9
	1.00	6 46.2 1.0	7 53.8 38.9	13 2.1
	Column Total	602 97.1	18 2.9	620 100.0

<u>Chi-Square</u>	<u>D.F.</u>	<u>Significance</u>	<u>Min E.F.</u>	<u>Cells with E.F. < 5</u>
104.48238	1	.0000	.377	1 of 4 (25.0%)
122.24427	1	.0000	(Before Yates Correction)	



Fig. 23 — Crosstabulation fra le variabili "CN" (tipo di cornice N) e "ZI" (tipo di zoccolo I).
 X Fig. 24 — Cassa di urna in alabastro con cornice di tipo N e zoccolo di tipo I (Volterra, Museo Guarnacci, inv. n. 203).

poli volterrane e nelle località relative alla parte di territorio situata ad Est di Volterra e denominata Val d'Elsa dal corso del fiume omonimo, sono noti nel 50% circa dei casi presi in esame. L'applicazione delle tabelle di contingenza ha permesso di evidenziare, a tale proposito, che la produzione tufacea con co-perchio figurato è positivamente associata non solo con la variabile indicante come contesto di rinvenimento le località situate nella Val d'Elsa, ma anche con le variabili relative a due delle quattro necropoli volterrane, cioè quella di Badia e quella di Poggio alle Croci.

Questi ed altri esempi, come il rapporto esistente fra il tipo di materiale o il sesso dei defunti e il tipo di abiti o di gioielli da essi indossati, così come la posizione da essi assunta e i diversi oggetti che tengono nelle mani, contribuiscono senza dubbio ad un'analisi minuziosa delle variabili prese in esame. Tale analisi, la quale affronta problematiche che sono state oggetto di studi approfonditi relativi in particolare alla caratterizzazione sociale dei defunti (NIELSEN 1989), costituisce la base imprescindibile per ogni successivo tentativo di una classificazione completa del campione intesa a raggiungere un esame strutturalmente globale della classe di oggetti analizzata.

3.2 *Tecniche di statistica multivariata*

Tale ampliamento ed approfondimento della ricerca può essere realizzato proprio attraverso la sperimentazione di analisi statistiche multivariate. In particolare l'applicazione delle tecniche di tassonomia numerica (SOKAL, SNEATH 1963) ha suscitato un vasto interesse in ambito archeologico, specie per quanto attiene alla sperimentazione delle « Hierarchical Clustering Techniques » (HODSON 1970), che risultano senza dubbio le più utilizzate e sviluppate (KROENFELD *et al.* 1985).

In ambito preistorico l'applicazione della Cluster Analysis si è indirizzata in particolare verso l'analisi tipologica di gruppi di oggetti, specialmente litici e metallici. Uno dei primi e ormai più classici esempi di riferimento per questa procedura è costituito, infatti, dall'analisi di 30 fibule dell'età del Ferro (HODSON, SNEATH, DORAN 1966). Va però ricordato che, sempre in ambito preistorico, non mancano esempi di classificazioni di entità archeologiche, quali giacimenti e necropoli (cfr. in particolare BIETTI, RAMBALDI, ZANELLO 1978).

Per quanto attiene all'analisi quantitativa dei materiali di epoca storica, essa è risultata particolarmente utile, o almeno ha riscosso piuttosto successo, nello studio della ceramica. Come è stato accennato in precedenza, un cospicuo numero di ricerche finalizzate alla classificazione tipologica di diverse classi ceramiche è stato realizzato mediante l'analisi chimica dei campioni di argilla presi da ciascun vaso o frammento di vaso. I dati ottenuti attraverso tali analisi sono

stati sovente elaborati con l'ausilio del calcolatore, mediante l'applicazione di diverse procedure di Cluster Analysis.

Un recente studio, realizzato presso il Laboratoire de Recherche des Musées de France di Parigi (GRAN-AYMERICH *et al.* 1985), esemplifica con chiarezza questo tipo di procedura. Le analisi chimiche e la successiva elaborazione dei dati sono state condotte su due gruppi di vasi in bucchero, per la maggior parte inediti. Il primo risulta costituito da 24 campioni di argilla presi da vasi relativi alla collezione Campana, conservati presso il Museo del Louvre ed attribuiti, in base alle loro caratteristiche e ai dati di archivio, alla produzione della città di Cerveteri, già oggetto di analisi nell'ambito di altre ricerche del medesimo studioso (GRAN-AYMERICH 1984, 1986). Il secondo gruppo, invece, comprende 33 campioni di vasi provenienti da Orvieto, e più precisamente dall'area della necropoli della Cannicella, databili fra il VI ed il IV secolo a.C.

I campioni di ambedue i gruppi di vasi, ben differenziati fra loro per le caratteristiche tecniche e morfologiche, nonché per il tipo di decorazione, sono stati esaminati in laboratorio attraverso analisi sia petrografiche, sia per spettrometria di fluorescenza x, sia per diffrazione di raggi x (per il complesso di analisi chimiche di ausilio allo studio della ceramica cfr. CUOMO DI CAPRIO 1985, 151-299). Il trattamento dei dati ottenuti attraverso queste analisi, concernenti i diversi dosaggi degli elementi chimici contenuti in ciascun campione, è stato realizzato mediante l'applicazione di una serie di tecniche matematico-statistiche, fra cui una classificazione ascendente gerarchica.

L'analisi ha permesso in primo luogo di confermare la netta distinzione esistente fra i due gruppi, e quindi di evidenziare da un lato l'estrema compattezza ed omogeneità del gruppo "Orvieto", dall'altro lato l'esistenza di una serie di sottodivisioni nell'ambito del gruppo "Cerveteri", causata in particolare dalla maggiore variabilità nella composizione chimica dell'argilla. È interessante notare a tale proposito che le diverse sottodivisioni presenti nel gruppo "Cerveteri", poste in luce proprio mediante la Classificazione Automatica dei dati, trovano una precisa corrispondenza sia nella diversa morfologia dei vasi, caratterizzati ad esempio da un lato dalla serie dei calici e dall'altro lato dalle anfore o dalle oinochoai, sia nel loro diverso inquadramento cronologico.

I punti di contatto fra i due gruppi, inoltre, hanno permesso di affermare l'esistenza di una sorta di continuità fra le due produzioni, interpretata come il segno dell'influenza esercitata dalle città dell'Etruria costiera nei confronti di quelle dell'Etruria interna. Sempre secondo gli artefici di questa ricerca, le diverse caratteristiche tecniche, così come quelle morfologiche, risultano essere il frutto di una serie di trasformazioni avvenute nel corso del tempo nelle operazioni di cottura e nel tipo di argilla utilizzato.

Questa esperienza testimonia la necessità di far ricorso a tecniche statistiche

che non si limitino ad offrire dati quantitativi atti a facilitare, o addirittura a determinare, l'attuazione di una classificazione tipologica all'interno degli oggetti esaminati. I diversi tentativi di interpretazione dei dati ottenuti testimoniano, infatti, la volontà di superare il livello strutturale dell'analisi e di affrontare tematiche di studio diverse e più complesse, relative ad esempio ai fenomeni che caratterizzano le attività produttive, al rapporto esistente fra i dati tecnico-morfologici e quelli iconografici e stilistici nonché cronologici, infine alle problematiche connesse sia con le influenze artistiche che si riscontrano nei diversi ambiti geografici sia con la mobilità delle maestranze e del loro patrimonio tecnologico.

Proprio questa necessità di collegare la classificazione tipologica dei dati con la ricostruzione delle culture materiali ad essi connesse, e quindi di analizzare al contempo i caratteri intrinseci ed estrinseci che contribuiscono a determinare un fenomeno archeologico, ha portato alla sperimentazione di altre tecniche statistiche, quali i metodi di riduzione multidimensionale utilizzati in associazione con le tecniche di Classificazione Automatica dei dati, i cui esiti hanno caratterizzato e caratterizzano tuttora da un punto di vista storico l'attuale fase dell'analisi tipometrica.

Le tecniche di riduzione multidimensionale costituiscono una famiglia di metodi statistici che va generalmente sotto il nome di Analisi Fattoriale e che comprende, fra i metodi maggiormente utilizzati nell'ambito delle ricerche archeologiche, l'Analisi dei Componenti Principali e l'Analisi delle Corrispondenze (cfr. rispettivamente HODSON 1969; BENZÉCRI *et al.* 1973). L'approccio metodologico che prevede l'utilizzazione congiunta di un metodo di riduzione multidimensionale e di una classificazione automatica dei dati ha avuto in F. Djindjian uno dei più insigni promotori e fautori. Fra i suoi studi spiccano in particolare quelli rivolti all'evoluzione cronologica e tecnologica delle industrie litiche dell'Aurignaziano francese (DJINDJIAN 1977; 1985; 1986).

La validità di questo approccio, e delle procedure che lo caratterizzano, consiste soprattutto nel fatto che esso rende possibile l'osservazione e la comprensione integrale di un fenomeno attraverso lo studio degli elementi che contribuiscono a caratterizzarlo nella sua multiformità. In quest'ambito si colloca l'analisi realizzata su un complesso di circa 900 specchi bronzei di fabbricazione etrusca e prenestina, prodotti fra il V ed il II secolo a.C. (MOSCATI 1984; 1986). Scopo primario di questo studio, che ha oggi raggiunto la sua fase conclusiva, è stato di verificare le possibilità e le prospettive di ricerca offerte dall'utilizzazione di tecniche matematico-statistiche, sia elementari sia multivariate, per l'esame di una ben definita classe di oggetti relativi ad epoca storica (Figg. 25, 26).

Lo studio di questa classe monumentale è stato affrontato dando particolare



Fig. 25 — Specchio etrusco proveniente da Arezzo, con rappresentazione della nascita di Men-
va (Athena) dal capo di Tinia (Zeus) (Bologna, Museo Civico).



Fig. 26 — Specchio etrusco, con rappresentazione di "Lasa" (Bologna, Museo Civico).

rilievo agli aspetti iconografici e stilistici rilevabili nell'ambito del campo figurato degli specchi e alle implicazioni storico-artistiche ad essi connesse. Va qui ricordato un altro recente studio dedicato all'analisi statistica di un gruppo di specchi etruschi, numericamente piuttosto ristretto, realizzato sulla base dei dati relativi alla composizione chimica di ciascun campione preso in esame e mediante l'utilizzazione di analisi statistiche multivariate, fra cui una Classificazione ascendente gerarchica e un metodo di Analisi Fattoriale (WIMAN 1986).

È indubbio che, fra le varie procedure multivariate utilizzate nel corso del primo progetto di ricerca, la sperimentazione dell'Analisi delle Corrispondenze in associazione con un metodo di Classificazione gerarchica dei dati è quella che ha apportato il maggior numero di risultati. L'applicazione di una tecnica di riduzione multidimensionale ha permesso in primo luogo di enucleare le variabili e le rispettive modalità, che maggiormente contribuiscono a caratterizzare il fenomeno relativo alla produzione degli specchi (Fig. 27). Nel caso specifico le informazioni relative ai diversi tipi di cornice presenti sul bordo degli specchi e agli schemi compositivi scelti per la campitura dello spazio figurato hanno svolto una funzione discriminante all'interno del campione preso in esame.

In secondo luogo, questo tipo di analisi ha permesso di evidenziare le associazioni esistenti fra le diverse entità; ciò ha reso possibile l'individuazione di una serie di raggruppamenti di specchi, differenziati fra loro proprio in base alla presenza o meno al loro interno di determinati attributi di tipo qualitativo. I risultati così ottenuti sono stati sottoposti per maggiore completezza ad un'altra analisi, e precisamente ad una Classificazione ascendente gerarchica, con il fine di confermare l'esistenza di tali raggruppamenti e di porre in luce con maggiore chiarezza le loro caratteristiche e soprattutto la loro stabilità (Fig. 28).

L'utilizzazione dell'Analisi Discriminante si è invece dimostrata particolarmente proficua per le informazioni offerte in relazione ai diversi centri di produzione degli specchi, la cui provenienza è sfortunatamente nota solo nel 30% circa dei casi. Questo tipo di analisi è stata spesso oggetto di critiche, in quanto essa non si rivolge alla definizione di una tipologia all'interno di dati originariamente privi di suddivisioni, ma richiede la definizione a priori di una serie di gruppi che rispecchino la preesistenza di una classificazione all'interno del complesso di oggetti preso in esame. Qualora tali gruppi siano determinati in base a informazioni oggettive, quali ad esempio i diversi luoghi di provenienza dei materiali stessi, questo tipo di analisi appare un utile strumento di ausilio per verificare con quale peso i diversi attributi contribuiscono alla discriminazione fra i gruppi prescelti.

Nel caso degli specchi (Fig. 29), ad esempio, i gruppi di riferimento sono stati definiti in base alle regioni o alle località di provenienza: l'Etruria meridionale costiera e subcostiera, l'Etruria meridionale interna, l'Etruria settentriona-

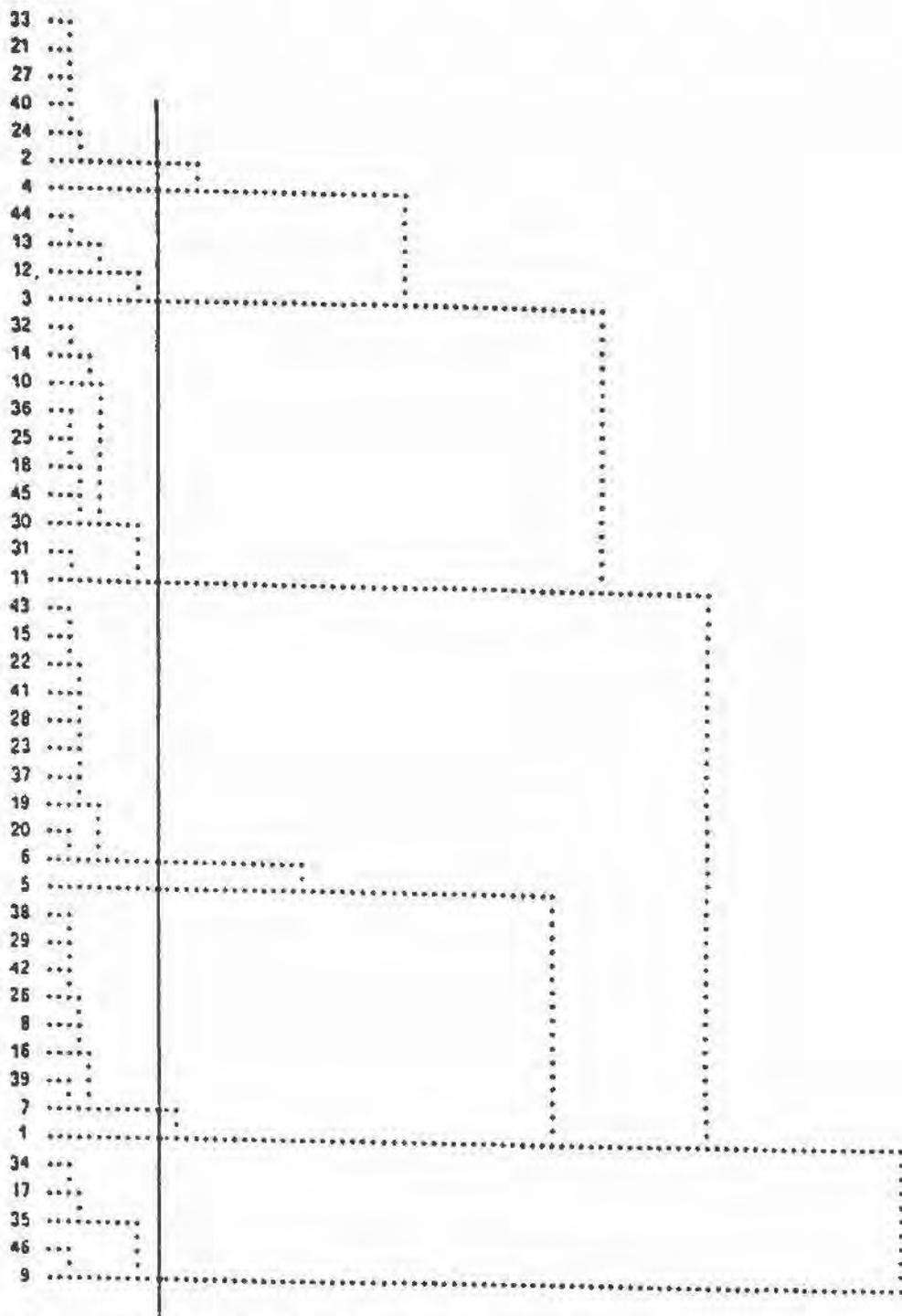


Fig. 28 — Cluster Analysis. Dendrogramma risultante dalla classificazione ascendente gerarchica.

CANONICAL DISCRIMINANT FUNCTIONS EVALUATED AT GROUP MEANS (GROUP CENTROIDS)

GROUP	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3
1	.69635	.18809	-.16677
2	-.54103	.44736	.17183
3	-.48628	-.73160	.16628
4	.32866	.21717	-.69845

SYMBOLS USED IN TERRITORIAL MAP

SYMBOL	GROUP	LABEL
--------	-------	-------

1	1
2	2
3	3
4	4
•	GROUP CENTROIDS

TERRITORIAL MAP ASSUMING ALL FUNCTIONS BUT THE FIRST TWO ARE ZERO • INDICATES A GROUP CENTROID
CANONICAL DISCRIMINANT FUNCTION 1

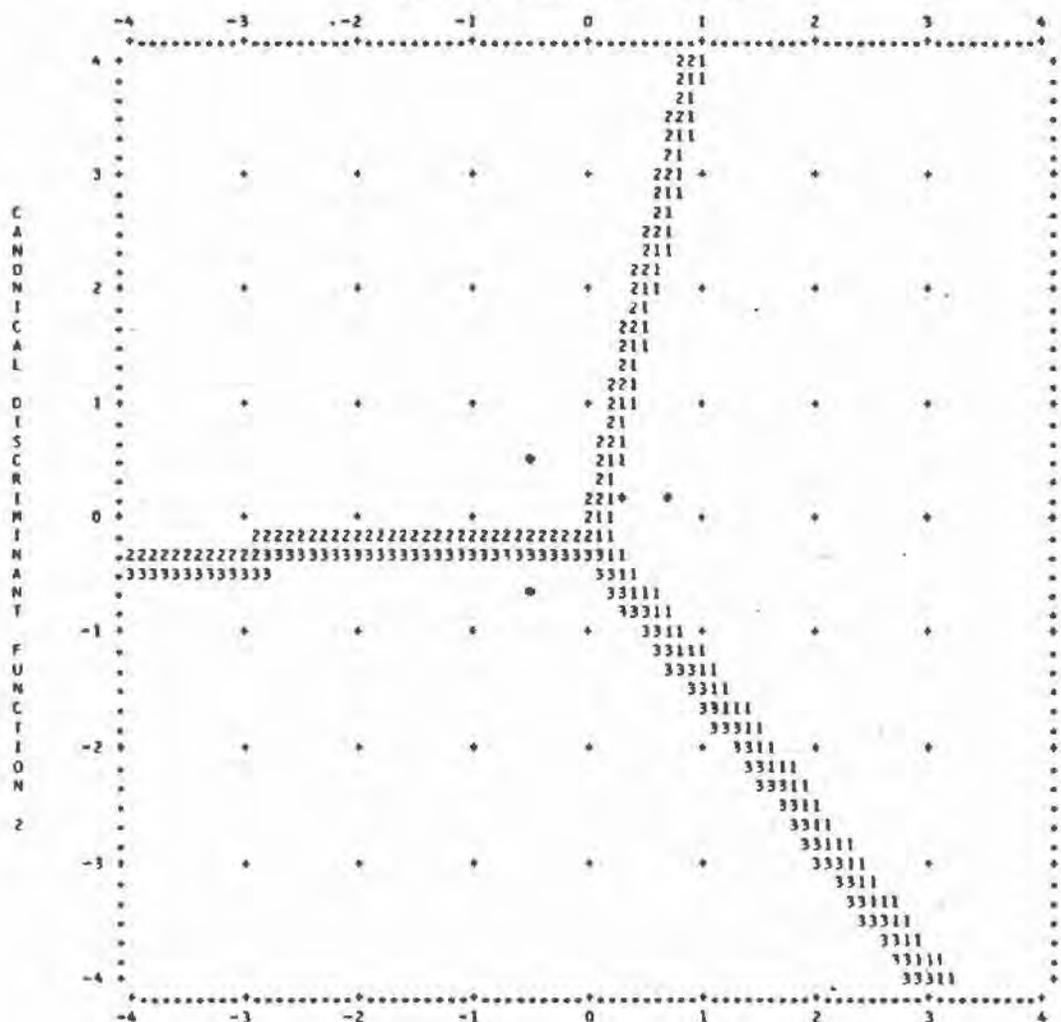


Fig. 29 — Analisi Discriminante. Mappa territoriale che evidenzia le relazioni spaziali intercorrenti fra i diversi gruppi di specie.

le, la città di Preneste (MOSCATI 1984, 203-218). Interessanti indicazioni sono state tratte soprattutto per quanto attiene alla distribuzione dei diversi motivi iconografici presenti nel campo figurato degli specchi, che sembra siano in alcuni casi strettamente connessi con l'area di provenienza presa in esame. Ciò è ben dimostrato, ad esempio, dall'alta frequenza di raffigurazioni legate al mondo marino nell'ambito delle località costiere.

L'alta percentuale di esemplari privi delle informazioni relative al luogo di rinvenimento non ha, invece, permesso di sfruttare un'altra potenzialità offerta dall'Analisi Discriminante, anche se in via probabilistica. Questo metodo, infatti, permette di attribuire ai gruppi definiti a priori gli esemplari che richiedono ancora una classificazione: procedura, questa, che è stata spesso utilizzata nel caso dell'attribuzione di oggetti ceramici a una tipologia di riferimento già pre-costituita (LEMOINE 1982; HESNARD, LEMOINE 1981).

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Vanno infine richiamate le ultime tendenze evolutive che sembrano contrassegnare oggi il campo di studi rivolto alla tipometria e alla morfometria delle vestigia materiali. Una volta raggiunto un livello soddisfacente per quanto concerne le tecniche statistiche, la tendenza metodologica attuale appare caratterizzata soprattutto dalla volontà di approfondire le problematiche connesse sia con la formalizzazione della descrizione iniziale dei dati, sia con l'interpretazione dei risultati offerti dalle analisi.

Nonostante l'alta specializzazione e la complessità dei metodi di analisi multivariata dei dati, si ritiene oggi più opportuno, soprattutto nell'ambito delle ricerche preistoriche, da un lato di evitare lo studio di problematiche di tipometria "globale", dall'altro lato di sviluppare un nuovo campo di interessi rivolto verso una tipometria "specializzata" o, secondo la recente definizione coniata da F. Djindjian (DJINDJIAN 1987), "multipla". Sullo scorcio degli anni Ottanta, si viene così delineando per la preistoria un nuovo tipo di approccio metodologico che probabilmente risente, anche nell'ambito della classificazione tipologica, della sempre maggiore specializzazione che si è andata realizzando nei diversi settori della ricerca archeologica.

Più lento appare il processo di adeguamento ai nuovi metodi delle ricerche realizzate nell'ambito dell'archeologia di epoca storica che, sulla base del quadro fin qui delineato, si vanno lentamente e proficuamente avviando verso la sperimentazione di un approccio di ricerca di tipo quantitativo. Ma esistono ancora difficoltà oggettive nell'introduzione delle tecniche matematico-statistiche, acute ancor più dall'esame obiettivo di alcune delle esperienze fino ad oggi realizzate in questo campo, in cui l'analisi quantitativa, spesso realizzata su un

campione di dati numericamente esiguo, appare finalizzata a se stessa, esito di una volontà di mera sperimentazione più che di una effettiva volontà di raggiungere risultati significativi e spunti di ricerca innovativi*.

PAOLA MOSCATI

C.N.R. - Istituto per
l'Archeologia etrusco-italica - Roma

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 1988, *Archeologia e informatica. Atti del Convegno (Roma 1988)*, Roma, Quasar.
- BARRY LEWIS R. 1986, *The analysis of contingency tables in archaeology*, in M. B. SCHIFFER (ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory*, 9, Orlando, 277-310.
- BARTOLONI G. et al. 1980, *Dizionari Terminologici. Materiali dell'età del bronzo finale e della prima età del ferro*, Firenze, Centro Di.
- BAXTER M., HEYWORTH M. 1989, *Statistical analysis of chemical compositions in archaeology*, in S.P.Q. RAHTZ, J.D. RICHARDS (edd.), *Computer and Quantitative Methods in Archaeology 1989*, BAR International Series, 548, Oxford.
- BENZÉCRI J.-P. et al. 1973, *L'Analyse des Données. I: La Taxinomie; II: L'Analyse des Correspondances*, Paris, Dunod.
- BERTIN J. 1977, *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris, Flammarion.
- BIETTI A., BIETTI SESTIERI A. M. 1985, *Problemi di teoria e di metodo in archeologia preistorica*, in M. LIVERANI, A. PALMIERI, R. PERONI (edd.), *Studi di paleontologia in onore di S. M. Puglisi*, Roma, 13-29.
- BIETTI A., RAMBALDI A., ZANELLO L. 1978, *DENDR. Un programma FORTRAN di "Cluster Analysis" per applicazioni archeologiche, paleontologiche e paleoecologiche*, « *Quaternaria* », 20, 49-85.
- BISHOP R. L., RANDS R., HOLLEY G. R. 1982, *Ceramic compositional analysis in archaeological perspective*, in M. B. SCHIFFER (ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory*, 5, New York, 275-330.
- BOGUCKI P. 1985, *Theoretical directions in European archaeology*, « *American Antiquity* », 50, 780-788.
- CATANI G. (ed.) 1986, *Corpus delle urne etrusche di età ellenistica. Urne volterrane 2. Il Museo Guarnacci*, 2, Pisa, Pacini.
- CLARK J. R. 1984, *Correlation comparison of Greek sculpture*, in CORTI 1984b, 225-233.
- CLARK J. R. 1988, *Correlation comparison of art object*, in CORTI 1988, 392-393.
- CLARKE D. L. 1978, *Analytical Archaeology*, New York², Columbia University Press, 205-244.
- COLLOMBIER A.-M. 1983, *L'examen de l'évolution du chapiteau ionique grec par analyse factorielle*, « *Revue Archéologique* », 79-96.
- CORTI L. (ed.) 1984a, *Census. Computerization in the History of Art*, Pisa, Los Angeles.

* La documentazione grafica e fotografica del presente articolo si si riferisce alle ricerche condotte dall'autrice.

- CORTI L. (ed.) 1984b, *Second International Conference on Automatic Processing of Art History Data and Documents (Pisa 1984), Papers*, Firenze, Regione Toscana.
- CORTI L. (ed.) 1988, *SN/G: Report on Data Processing Projects in Art*, Pisa, Los Angeles.
- CORTI L., SCHMITT M. (edd.) 1985, *Second International Conference on Automatic Processing of Art History Data and Documents (Pisa 1984), Proceedings*, Firenze, Regione Toscana.
- COURBIN P., LLÉRÈS J. 1983, *Classement informatisé des skyphoi protocorinthiens*, « Bulletin de Correspondance Hellénique », 107, 85-110.
- CRISTOFANI M. et al. 1975, *Corpus delle urne etrusche di età ellenistica 1. Urne volterrane 1. I complessi tombali*, Firenze, Centro Di.
- CRISTOFANI M. (ed.) 1977, *Corpus delle urne etrusche di età ellenistica 2. Urne volterrane 2. Il Museo Guarnacci, 1*, Firenze, Centro Di.
- CRISTOFANI M. 1988, *Proposte per l'archeologia volterrana degli anni '80*, in AA. VV., *Volterra '88. Un progetto (Volterra 1988)*, Volterra, 99-106.
- CUOMO DI CAPRIO N. 1985, *La ceramica in archeologia. Antiche tecniche di lavorazione e moderni metodi d'indagine*, Roma, L'"Erma" di Bretschneider.
- CUOMO DI CAPRIO N. 1986, *Onde di propagazione della New Archaeology in Italia*, « Rivista di Archeologia », 10, 59-71.
- D'ANDRIA F. (ed.) 1987, *Informatica e archeologia classica. Atti del Convegno Internazionale (Lecce 1986)*, Galatina, Congedo.
- DJINDJIAN F. 1977, *Etude quantitative des séries aurignaciennes de La Ferrassie par l'analyse des données*, « Bulletin de la Société Préhistorique Française », 74, 357-361.
- DJINDJIAN F. 1984, *Informatica et archéologie*, « Rivista di Archeologia », 8, 131-136.
- DJINDJIAN F. 1985, *Typologie et culture: l'exemple de l'Aurignacien*, in M. OTTE (ed.), *La signification culturelle des industries lithiques, Liège 1984*, BAR International Series, 239, Oxford, 338-373.
- DJINDJIAN F. 1986, *Recherches sur l'Aurignacien du Périgord à partir des données nouvelles de La Ferrassie*, « L'Anthropologie », 90, 86-106.
- DJINDJIAN F. 1987, *La reconnaissance de formes en archéologie, Cours Méthodes classiques et techniques nouvelles de l'archéologie*, Paris, Ecole Normal Supérieure.
- DJINDJIAN F., LEREDDE H. 1980, *Traitement automatique des données en archéologie*, « Les Dossier de l'archéologie », 42, 52-69.
- GARDIN J.-C. et al. 1976, *Code pour l'analyse des formes de poterie — établi en 1956, révisé en 1974* —, Paris, C.N.R.S.
- GARDIN J.-C. 1977, *Conclusion*, in AA. VV., *Actes du Colloque Méthodes classiques et méthodes formelles dans l'étude des amphores (Rome 1974)*, Rome, Ecole Française, 313-318.
- GARDIN J.-C. 1979, *Une archéologie théorique*, Paris, Hachette.
- GARDIN J.-C. et al. 1987, *Système Experts et Sciences Humaines*, Paris, Eyrolles.
- GINOUVÈS R. 1971, *Archéographie, archéométrie, archéologie. Pour une informatique de l'archéologie gréco-romaine*, « Revue Archéologique », 93-126.
- GINOUVÈS R. 1985, *Informatica et archéologie classique*, in *Praktika tou XII Diethmous synedriou klasikes arhaiologias, Athena 1983, 1*, Athena, 339-344.
- GINOUVÈS R. 1987, *Informatica pour l'archéologie classique en France*, in D'ANDRIA 1987, 31-40.
- GINOUVÈS R., GUIMIER-SORBETS A.-M. 1978, *La constitution des données en archéologie classique*, Paris, C.N.R.S.

- GRAN-AYMERICH J.-M.-J. 1984, *Traitement de données qualitatives et quantitatives. Deux expériences complémentaires sur des amphores de service étrusco-italiques*, « Informatique et Sciences Humaines », 59-60, 125-145.
- GRAN-AYMERICH J.-M.-J. et al. 1985, *Sur deux groupes de bucchero examinés au Louvre*, « Mélanges de l'École Française de Rome, Antiquité », 93, 1, 243-295.
- GRAN-AYMERICH J.-M.-J. 1986, *Les données décoratives dans les céramiques antiques. Bilan de deux expériences*, in L. KAHIL, C. AUGÉ, P. LINANT DE BELLEFONDS (edd.), *Iconographie classique et identités régionales. Actes du Colloque International (Paris 1983)* (« Bulletin de Correspondance Hellénique », Suppl. 14), 93-104.
- GUENOCHÉ A., HESNARD A. 1983, *Typologie d'amphores romaines par une méthode logique de classification*, « Computers and the Humanities », 17, 185-198.
- GUIDI A. 1988, *Storia della paletnologia*, Bari, Laterza.
- GURALNICK E. 1978, *The proportion of Kouroi*, « American Journal of Archaeology », 82, 461-472.
- GURALNICK E. 1981, *The proportion of Korai*, « American Journal of Archaeology », 85, 269-280.
- HAMON E., HESNARD A. 1977, *Problèmes de documentation et de description relatifs à un corpus d'amphores romaines*, in AA. VV., *Actes du Colloque méthodes classiques et méthodes formelles dans l'étude des amphores (Rome 1974)*, Rome, École Française, 18-33.
- HARARI M., ODDONE M. 1984, *Le Groupe de Clusium: analyses des argiles*, in H.A.G. BRIJDER (ed.), *Ancient Greek and Related Pottery. Proceedings of the International Vase Symposium in Amsterdam*, Allard Pierson Series, n. 5, Amsterdam, 16-20.
- HARARI M., ODDONE M. 1985, *Nuove considerazioni sui Gruppi Clusium e Volterrae*, in AA. VV., *Contributi alla ceramica etrusca tardo classica. Atti del seminario (Roma 1984)*, Roma, C.N.R., 35-54.
- HESNARD A. 1987, *Cas n. 4: détermination de l'origine d'amphores romaines*, in GARDIN et al. 1987, 139-167.
- HESNARD A., LEMOINE C. 1981, *Les amphores du Cécube et du Falerne. Prospections, typologie, analyses*, « Mélanges de l'École Française de Rome, Antiquité », 93, 1, 243-295.
- HODSON F. R. 1969, *Searching for structure within multivariate archaeological data*, « World Archaeology », 1, 90-105.
- HODSON F. R. 1970, *Cluster Analysis and archaeology. Some new developments and applications*, « World Archaeology », 1, 299-320.
- HODSON F. R. 1980, *Cultures as types? Some elements of classification theory*, « Bulletin of the Institute of Archaeology. London University », 17, 1-10.
- HODSON F. R., SNEATH P. H. A., DORAN J. E. 1966, *Some experiments in the numerical analysis of archaeological data*, « Biometrika », 53, 1966, 311-324.
- KAMPPFMEYER U. (ed.) 1988, *Untersuchungen zur rechnergestützten Klassifikation der Form von Keramik*, Arbeiten zur Urgeschichte des Menschen, 11, Frankfurt a.M.
- KRONENFELD et al., 1985, *Numerical Taxonomy: Old techniques and new assumptions*, « Current Anthropology », 26, 21-41.
- LEMOINE C. 1982, *Méthodes de classification et classement de céramiques. Exemple d'application*, in H. DUCASSE (ed.), *Panorama 1981 des applications informatiques en archéologie*, Valbonne, A.P.D.C.A., 86-106.
- MAGGIANI A. 1985, *Il problema del ritratto*, in A. MAGGIANI (ed.), *Artigianato artistico in Etruria. Catalogo della Mostra, Volterra 1985*, Milano, Electa, 89-90.

- MASIERO C. 1987, *Problemi di classificazione di reperti archeologici: una applicazione sulla ceramica cassita*, in D'ANDRIA 1987, 199-212.
- MOSCATI P. 1984, *Ricerche matematico-statistiche sugli specchi etruschi*, Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare di Scienze matematiche e loro Applicazioni, 66, Roma, Accademia Nazionale dei Lincei.
- MOSCATI P. 1986, *Analisi statistiche multivariate sugli specchi etruschi*, Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare di Scienze matematiche e loro Applicazioni, 76, Roma, Accademia Nazionale dei Lincei.
- MOSCATI P. 1987a, *Archeologia e Calcolatori*, Firenze, Giunti.
- MOSCATI P. 1987b, *Metodi matematico-statistici negli studi etruschi: il caso degli specchi*, in D'ANDRIA 1987, 277-301.
- MOSCATI P. c.s. a, *Indirizzi e sviluppi dell'Archeologia Quantitativa*, Informatica e discipline umanistiche, vol. III, Roma (in corso di stampa).
- MOSCATI P. c.s. b, *Typometrie de vestiges matériels*, in *Méthodologie archéologiques et techniques des sciences appliquées* (in corso di stampa).
- MOSCATI P. c.s. c, *Sull'elaborazione matematico-statistica dei materiali archeologici*, in *III Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano 1989)* (in corso di stampa).
- NIELSEN M. 1989, *La donna e la famiglia nella tarda società etrusca*, in A. RALLIS (ed.), *Le donne in Etruria*, Roma, "L'Erma" di Bretschneider, 121-145.
- ORTON C. 1983, *The use of Student's t-test for matching tree-ring patterns*, « Bulletin of the Institute of Archaeology, University of London », 20, 101-105.
- PAPALDO S., ZURETTI ANGELO G. (edd.) 1988, *Rapporto sull'attività di catalogazione in Italia. Anni 1970-1987*, Roma, I.C.C.D.
- PARISE BADONI F., RUGGERI GIOVE M. (edd.) 1984, *Norme per la redazione della scheda del saggio stratigrafico*, Roma, Multigrafica.
- PARRA M. C. (ed.) 1989, « Bollettino d'informazioni del Centro di elaborazione automatica di dati e documenti storico artistici », 10, n. 1, Pisa.
- PERONI R. 1967, *Tipologia e analisi stilistica nei materiali della preistoria: breve messa a punto*. « Dialoghi di Archeologia », 2, 155-158.
- PICON M. 1984, *Le traitement des données d'analyse*, in T. HACKENS, M. SCHVOERES (edd.), *Cours Intensif Européen Datation-caractérisation des céramiques anciennes, Bordeaux-Talence 1981*, « PACT », 10, 379-399.
- SALDMÉ M. R. 1980, *Code pour l'analyse des représentations figurées sur les vases grecs*, Paris, C.N.R.S.
- SOKAL R. R., SNEATH P. H. A. 1963, *Principles of Numerical Taxonomy*, S. Francisco-London, Freeman.
- SPALDING A. C. 1953, *Statistical techniques for the discovery of artefact types*, « American Antiquity », 18, 305-313.
- SPALDING A. C. 1977, *On growth and form in archaeology: Multivariate analysis*, « Journal of Anthropological Research », 33, 1-15.
- SPALDING A. C. 1982, *Structure in archaeological data: Nominal variables*, in WHALLON, BROWN 1982, 1-20.
- THEODORESCU D. 1980, *Le chapiteau ionique grec. Essai monographique*, Genève.
- THEODORESCU D. 1983, *Nouvelles techniques de relevé, de restitution et d'étude statistique: les sites de Paestum et de Sélimonte: le développement historique des chapiteaux ioniques*, « Le Courrier du CNRS » (Suppl al n. 51), 30-35.

- VITALI V. 1989, *Archaeometric provenance studies: An expert system approach*, « Journal of Archaeological Science », 4, 383-391.
- VITALI V., LAGRANGE M.-S. 1988, *An Expert System for provenance determination of archaeological ceramics*, in S. P. Q. RAHTZ (ed.), *Computer and Quantitative Methods in Archaeology 1988*, BAR International Series, 446, Oxford, 369-375.
- WHALLON R., BROWN J. A. (edd.) 1982, *Essays on Archaeological Typology*, Evanston Ill.
- WIMAN I. M. B. 1986, *Style, chemistry and multivariate statistics of some Etruscan mirrors*, « Medelhavsmuseet Bulletin », 21, 49-72.
- ZAMPERONI P. et al. 1988, *Nuove esperienze sulla classificazione computerizzata delle forme ceramiche, condotta sui materiali sepolcrali della necropoli di Veio — Quattro Fontanili*, in AA. VV. 1988, 157-170.

ABSTRACT

The application of quantitative analysis techniques, widespread in prehistory, still appears little used in the study of historical archaeology. For the most part their application concerns the field of morphometry and tipometry of archaeological objects, and especially of ceramic artefacts. A survey of the projects carried out, with emphasis on the analysis of Etruscan artefacts (e.g. stone urns and bronze mirrors), outlines the methodological tendencies and the most used methods and verifies the results obtained through the application of mathematical and statistical analyses.